

F Í S I C A A P L I C A D A

Unidad 4: Trabajo y Potencia.

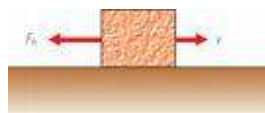
La Física, como has podido estudiar, ofrece soluciones a problemas cotidianos. Nuestro camino continúa hacia el próximo nivel. Ya sabemos que las fuerzas producen deformaciones y cambios de movimientos. Sabemos calcular las características de ese movimiento. Ahora vayamos a los elementos que producen esa fuerza. Nuestro objetivo final es la ENERGÍA: la que hace posible toda manifestación física.

¿Cuál es el próximo paso? Trabajo y Potencia. Comencemos con el **Trabajo**.



Todos podemos decir lo que es trabajar. Lo relacionamos con esfuerzo físico o mental. Imagina que un atleta levanta las pesas 10 veces. Otro toma su turno y las levanta 20 veces. ¿Cuál de los dos hizo más trabajo? ¿Quién aplicó más fuerza?

El primer atleta hizo (obviamente) mayor trabajo, pues sus músculos desarrollaron un mayor gasto. La segunda respuesta puede confundirte: Ambos aplicaron la **misma** fuerza.



No te preocupes, es muy común que se confunda fuerza y trabajo. Salgamos de la duda con un concepto y su explicación: "Trabajo mecánico es la cantidad de energía transferida por una fuerza que actúa por cierta distancia"

Observa la figura de la izquierda. Un bloque que se hala o empuja por una fuerza F que es suficiente para moverlo una distancia X . Se define al trabajo realizado por esa fuerza a: **$W = F \cdot X$** . Esta fórmula es válida sólo cuando la fuerza y la distancia actúan paralelas. Será el caso en esta unidad. Date cuenta que la fuerza no produce trabajo hasta que no genera desplazamiento. Así que nuestros pesistas aplicaron la misma fuerza al levantar la misma masa, pero el segundo hizo que las pesas recorrieran más distancia al levantarlas más veces. Pongámosle números a ese ejemplo. Supongamos que las pesas tienen en total 45 Kg y que el amigo las levanta un metro y medio. La fuerza que tiene que aplicar es un poco mayor que el peso de las pesas (Un poco redundante, ¿no?). El peso es:

$P = m \cdot g = 45 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m/seg}^2 = 441 \text{ Nw}$. El trabajo W (que viene del inglés *Work*) es:

$W = 441 \text{ Nw} \cdot 1,5 \text{ metros} = 661,5 \text{ Nw.m}$. El primer atleta levantó 10 veces, así que su trabajo total fue

$W_1 = 10 \cdot 661,5 = 6.615 \text{ Nw.m}$. Igual que si hubiera levantado las pesas 15 metros de una vez

El segundo levantó 20 veces, haciendo un trabajo:

$W_2 = 20 \cdot 661,5 = 13.230 \text{ Nw.m}$. Hizo el doble de trabajo que el otro, aunque aplicó siempre la misma fuerza

Fíjate que apareció una unidad nueva: **Nw.m**. Esa tiene también un nombre especial, en honor a un físico famoso llamado James Prescott Joule. Se define entonces al Joule como te lo indico en el cuadro de la derecha.

Existen otras unidades de trabajo mecánico, como el **ergio** (no existe un señor Ergio 😊) que proviene del griego *ergon*, trabajo. Otra es el Vatio-hora, caloría, etc. Debo mencionar algo sumamente importante:

1 Joule = 1 Nw . m



Las unidades de trabajo mecánico y de energía son las mismas, aunque los conceptos son diferentes

Unidades de Trabajo Mecánico

	Joule	Ergio	Vatio*hora	KWH	Kp*m
Joule		1×10^7	$\frac{1}{3.600}$	$\frac{1}{3.600.000}$	$\frac{1}{9,80665}$
Ergio	1×10^{-7}		$\frac{1}{3,6 \times 10^{10}}$	$\frac{1}{3,6 \times 10^{13}}$	$\frac{1}{9,807 \times 10^7}$
Vatio*hora	3.600	$3,6 \times 10^{10}$		$\frac{1}{1.000}$	367,098
KWH	3.600.000	$3,6 \times 10^{13}$	1000		367.097,836
Kp*m	9,80665	$9,807 \times 10^7$	$\frac{1}{367,098}$	$\frac{1}{367.097,836}$	

Ejemplos:

- 1) Una bomba envía 200 Kg de agua 10 metros hacia arriba a velocidad constante. Calcule el trabajo en Vatio-hora que realiza la bomba



$m = 200 \text{ Kg}$; $P = 200 * 9,8 = 1.960 \text{ Nw}$. Esta es la fuerza que debe desarrollar la bomba para vencer el peso del agua. El trabajo que realiza será:

$W = 1.960 \text{ Nw} * 10 \text{ m} = 19.600 \text{ Joule}$. Convirtiendo:

$$W = \frac{19.600}{3.600} = 5,444 \text{ Vatio*hora}$$

- 2) El motor de un carro se acelera para que la velocidad aumente de 15 Km/h a 40 Km/h en 5 segundos. Supóngase que el carro y sus pasajeros tienen una masa total de 2.300 Kg. Calcule el trabajo en Kp*m que desarrolla el motor.



$m = 2.300 \text{ Kg}$. Necesito la aceleración para calcular la fuerza.

La calculo con los datos cinemáticos: $V_o = 15 \text{ Km/h} = 4,17 \text{ m/s}$; $V_f = 40 \text{ Km/h} = 11,11 \text{ m/s}$

$$a = \frac{11,11 \text{ m/s} - 4,17 \text{ m/s}}{5 \text{ seg}} = 1,39 \text{ m/seg}^2$$

Ahora calculo la fuerza aplicada por el motor:

$$F = m * a = 2.300 * 1,39 = 3.197 \text{ Nw}$$

Necesito la distancia, la calculo también con cinemática:

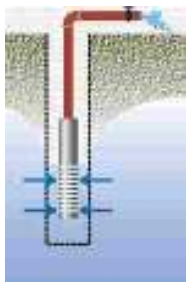
$$x = 5 \text{ m/s} * 5 \text{ seg} + \frac{1,2 \text{ m/seg}^2 * (5 \text{ seg})^2}{2} = 25 \text{ m} + 15 \text{ m} = 40 \text{ m}$$

Finalmente calculo el trabajo realizado por el motor:

$$W = 2.760 \text{ Nw} * 40 \text{ m} = 110.400 \text{ Joule.}$$
 Convirtiendo:

$$W = \frac{110.400}{9,80665} = 11.257,67 \text{ Kp*m.}$$

Pasemos ahora al concepto de **Potencia**. Otra palabra que se confunde con Trabajo, Fuerza o Energía.



Para solventar cualquier confusión, supongamos que queremos comprar una bomba para elevar agua desde 80 metros bajo tierra hasta la superficie. La bomba deberá mover 5.000 Kg de agua en total y se demorará 1 hora en hacer el trabajo. Piensa en lo siguiente: Si alguien quisiera bombear esa agua pero más rápido, digamos en 20 minutos. ¿Será posible hacerlo con esa misma bomba? Claro que no... Habría que comprar una más grande, más potente (y claro está, mas costosa). Esa capacidad de realizar trabajos en tiempo, se denomina Potencia

y su fórmula es: $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot x}{t}$. Cualquiera de las dos sirve, ya que $W = F \cdot x$, como ya vimos.

Hagamos los cálculos de la situación planteada arriba.

$$m = 5.000 \text{ Kg} ; \text{Peso} = 5.000 * 9,8 = 49.000 \text{ Nw} ; W = 49.000 \text{ Nw} * 80 \text{ m} = 3.920.000 \text{ Joules}$$

$$P_1 = \frac{3.920.000 \text{ Joule}}{3.600 \text{ seg}} = 1.088,89 \text{ Joule/seg.}$$
 Esto es con la bomba lenta

$$P_2 = \frac{3.920.000 \text{ Joule}}{1.200 \text{ seg}} = 3.266,67 \text{ Joule/seg.}$$
 Esto es con la bomba más rápida.

Fíjate que la potencia es mayor mientras menos tiempo se tarde en hacer el trabajo. Así que el que necesite que el trabajo se haga rápido, deberá pagar el precio que requiere una bomba mayor.

Aquí aparece una unidad nueva (otra 🍷) llamada Vatio o Watt, en honor al físico James Watt. La definición la encuentras a la derecha. El vatio y el Kilovatio son unidades muy usadas para medir potencia eléctrica y tienen relación con la potencia mecánica, como es de esperarse.

1 Vatio = 1 Joule/seg



Aquí también voy a destacar una aclaración sobre unidades:

No se debe confundir el Vatio (potencia) con el Voltio (potencial eléctrico).

Unidades de Potencia Mecánica

	Vatio	KiloVatio	HP	CV
Vatio		$\frac{1}{1.000}$	$\frac{1}{746}$	$\frac{1}{735,5}$
KiloVatio	1.000		$\frac{1.000}{746}$	$\frac{1.000}{735,5}$
HP	746	0,746		$\frac{746}{735,5}$
CV	735,5	0,7355	$\frac{735,5}{746}$	

HP = Caballo de fuerza (Horse Power) ; CV = Caballo de vapor (poco usado actualmente)

Terminemos el ejemplo que planteamos anteriormente. El HP es una unidad muy común para expresar la potencia. De hecho para comprar un motor o bomba se utiliza el HP como estándar del mercado. Conviertamos las potencias:

$$P_1 = \frac{1.088,89}{746} = 1,46 \text{ HP. Necesitaríamos una bomba de 1 y medio HP}$$

$$P_2 = \frac{3.266,67}{746} = 4,38 \text{ HP. Probablemente no encontraremos una de 4 y medio, así que se escogería una de 4 HP (sacrificando el tiempo de respuesta) o una de 5 HP (sacrificando el bolsillo 😬).}$$

Ejercicio: Un ascensor utiliza un motor eléctrico para subir y bajar mercancía de máximo de 3 Toneladas hasta 12 metros de altura. Suponiendo que el sistema electro-mecánico tiene un rendimiento del 88%, calcule la potencia del motor en KW necesaria para elevar la carga máxima en 2 minutos.



Masa a elevar = 3 Toneladas = 3.000 Kg

Peso a elevar $P = 3.000 \text{ Kg} * 9,8 \text{ m/seg}^2 = 29.400 \text{ Nw}$

Trabajo realizado $W = 29.400 \text{ Nw} * 12 \text{ m} = 352.800 \text{ Joule}$

Potencia necesaria $P = \frac{352.800 \text{ Joule}}{120 \text{ seg}} = 2.940 \text{ Vatios} = 2,94 \text{ KW}$. Esto representa el 88%, así

que la potencia real del motor será $2,94 / 0,88 = 3,34 \text{ KW}$

Nota: La totalidad del presente material ha sido propuesto, resuelto y publicado por: Ing. Carlos E. Utrera. Si se hace referencia o se publica directamente su contenido, por favor especifíquese el sitio y autor:

Ing. Carlos E. Utrera G.
IUT de Los Llanos, Venezuela
<http://ceugev.fortunecity.com/ejeriutll.htm>
<http://iutllado.edu.ve>